

тимо также использование в этих целях воздуха, несмотря на то, что относительное снижение КПД при этом достигает 30%.

Исследования параметров теплонасосных установок с термо-трансформаторами, работающими по циклу Стирлинга, проведены в диапазоне тепловой мощности от 10 до 400 кВт и показали, что имеются основания для реализации проектирования и внедрения систем локального теплоснабжения с такими установками.

1. Кириллов Н.Г. Как бороться с холодильниками? <http://subscribe.ru/archive/media.news.press.epr/200402.09.12.03>.
2. Хайнрих Г., Найорк Х., Нестлер В. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1985. – 351с.
3. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. – М.: Энергия, 1973. – 296с.
4. Горожанкин С.А. Метод замкнутой оптимизации для анализа параметров действительных циклов машин Стирлинга // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. Вип.2000-5(25). – Макіївка: ДонДАБА, 2000. – С.14-18.
5. Горожанкин С.А. Математическое моделирование термотрансформаторов и обратных циклов Стирлинга // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.38. – К.: Техніка, 2002. – С.182-189.
6. Быков А.В., Калынь И.М., Крузе А.С. Холодильные машины и тепловые насосы. – М.: Агропромиздат, 1988. – 288с.

Получено 05.11.2004

УДК 628.144 : 628.315

Н.Л.РЯБЧИКОВ, д-р техн. наук, О.А.ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук
Українська інженерно-педагогічна академія, г.Харків

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ УСТРОЙСТВ ОЧИСТКИ КОММУНАЛЬНЫХ ТРУБ

На основе моделирования напряженно-деформированного состояния вредных отложений, образующихся в трубах, решена задача теории упругости при воздействии на отложения инструментом, разрушающим их. Определены геометрические параметры инструмента, создающего наибольшие по интенсивности напряжения в отложениях.

Очистка труб от отложений является важной народно-хозяйственной задачей. Эта проблема является как экономической, поскольку вредные отложения, нарастающие на внутренней поверхности труб, снижая проходное сечение, резко повышают затраты на транспортирование жидкости, так и экологической, поскольку эти отложения в ряде случаев являются небезопасными.

Проблемы, возникающие при появлении отложений на стенках труб, описаны в [1]. Некоторые теоретические и практические аспекты проектирования устройств для очистки труб отражены в [2, 3].

В некоторых случаях [4] для очистки труб используется устрой-

ство в виде вращающейся конической резьбовой головки, движущейся внутри трубы (рис.1). Однако теоретические основы проектирования подобных систем из условия наиболее эффективного разрушения вредных отложений практически отсутствуют.

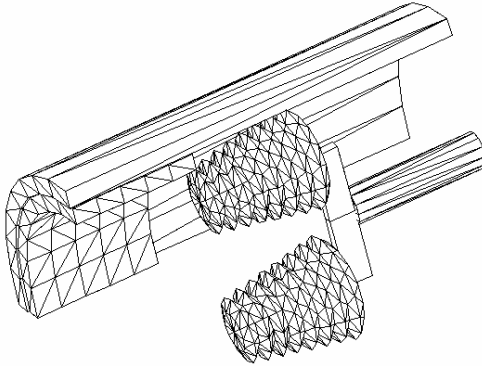


Рис.1 – Устройство для очистки внутренней поверхности труб

На основе исследования напряженно-деформированного состояния в зоне очистки, используя методы механики разрушения для вредных отложений на внутренней поверхности трубы, поставлена задача разработать научные методы определения рациональных параметров устройств для очистки труб.

Рассматривалась плоская задача теории упругости деформирования и разрушения участка (рис.2) треугольным металлическим элементом.

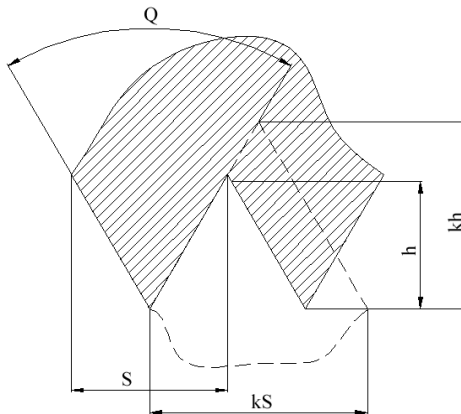


Рис.2 – Схема разрушения материала инструментом с переменным шагом

Дифференциальное уравнение плоской теории упругости в напряжениях имеет вид

$$\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} = 0.$$

После решения этого уравнения определим краевые условия:

$\sigma_x = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}$ – нормальное напряжение вдоль оси x , совпадающей с одной

сторонай витка резьбы; $\sigma_y = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}$ – нормальное напряжение вдоль оси y совпадающей со второй стороной витка резьбы;

$\tau_{xy} = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y}$ – касательное напряжение.

Задачу решали численно на компьютере в программной среде «Matcad» для различных значений параметра k , характеризующего увеличение шага нарезки.

Коэффициент интенсивности напряжений – это основной параметр, характеризующий разрушение материала. Для полученной сетки напряжений, следуя по краю металлического угла, определяли коэффициент интенсивности исходя из зависимости

$$\tau_{xy} = \frac{k}{\sqrt{2\pi r}} f(\theta).$$

Для известной сетки распределения напряжений вдоль линии приложения инструмента коэффициент интенсивности определяли исходя из значения напряжений в близлежащих точках

$$k = \tau_i \sqrt{2\pi \Delta},$$

где Δ – шаг сетки разбиения.

Изменение коэффициента интенсивности напряжений по длине кромки инструмента для различных значений коэффициента увеличения шага показано на рис.3.

Чем больше значение коэффициента интенсивности напряжений, тем активнее разрушается материал. Среднее по длине инструмента изменение коэффициента интенсивности напряжений от коэффициента изменения шага показано на рис.4.

Из графика видно, что наибольший эффект разрушения можно получить при коэффициенте увеличения шага $k=1,25\dots 1,3$.

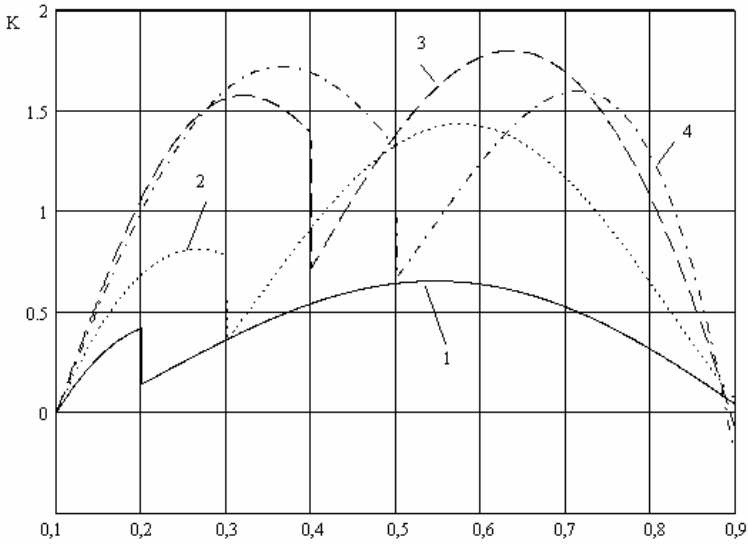


Рис.3 – Изменение коэффициента интенсивности напряжений по длине рабочей части инструмента:
1 – $k=1,2$; 2 – $k=1,3$; 3 – $k=1,4$; 4 – $k=1,5$.

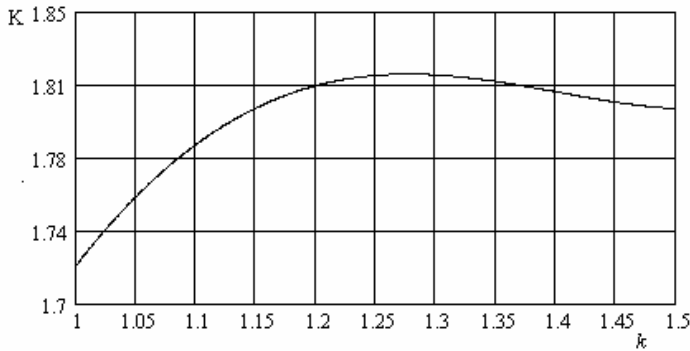


Рис.4 – Значение коэффициента интенсивности напряжений в зависимости от коэффициента увеличения шага

После выбора коэффициента увеличения шага рекомендуемый угол расположения впадин определяется из рис.5.

Угол подъема впадин резьбы можно определить по формуле

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1-k}{(1+k) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}},$$

где α – угол профиля витка.

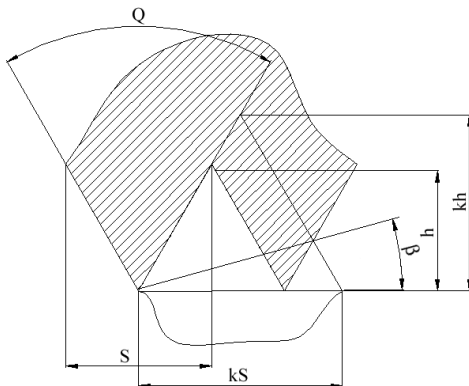


Рис.5 – Схема определения угла подъема впадин резьбы

Угол подъема профиля резьбы находим из рис.6 по формуле

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{1-k}{2k \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}.$$

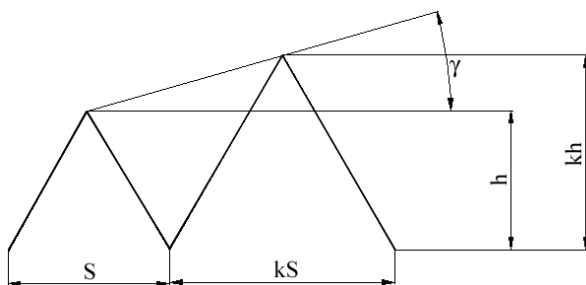


Рис.6 – Определение угла подъема витков

Таким образом, для конической винтовой головки с переменным шагом без подъема впадин (рис.7) основные геометрические характеристики определяются в такой последовательности:

1. Шаг резьбы (подача на оборот станка) изменяется по правилу $S_{i+1} = k \cdot S_i$, где i – номер витка; k принимается равным 1,25...1,3.

Шаг для первого витка выбирается произвольно.

2. Угол профиля витка α выбирается в пределах $5-10^\circ$.
3. Угол подъема вершин определяется по формуле

$$\theta = \arctg \frac{1-k}{2k \cdot \tg \frac{\alpha}{2}}.$$

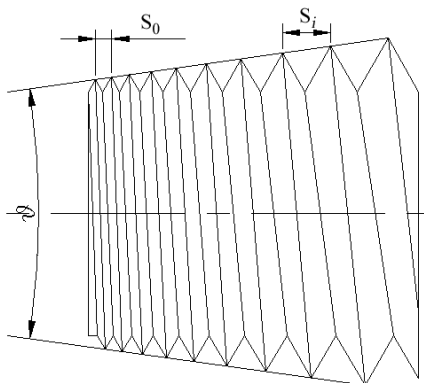


Рис.7 – Винтовая головка с переменным шагом

Полученные результаты позволят наиболее эффективно проектировать инструменты для очистки внутренней поверхности труб различного назначения с целью улучшения их работы.

1.Антипов А.И., Голубев Л.Г., Мухтаров Я.С. Влияние отложений в теплообменной аппаратуре на термические сопротивления и энергетические затраты // Изв. вузов. Проблемы энергетики. – 2003. – №5/6. – С.28-35.

2.Дегтярев В.И., Перунов В.П., Ваганов И.П. Очистка технологических трубопроводов с использованием гелевых поршней // Нефтяное хозяйство. – 2003. – №6. – С.101-103.

3.Абрашкевич Ю.Д., Оглобинский В.А. Расширение области применения полимерно-абразивных щеток // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 1996. – №1. – С.9-14.

4.Волобуев Д.А., Шурин И.С. Оборудование для очистки трубопроводов // Жилищное и коммунальное хозяйство городов. – 2003. – №4. – С.26-32.

Получено 12.11.2004